



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA *CONE BEAM*
COMO MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE CANAIS
ACESSÓRIOS DOS DENTES HUMANOS**

Trabalho submetido por
Sérgio Lúcio Torres Figueiredo
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA *CONE BEAM*
COMO MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE CANAIS
ACESSÓRIOS DOS DENTES HUMANOS**

Trabalho submetido por
Sérgio Lúcio Torres Figueiredo
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Ana Mano Azul

coorientado por
Prof. Doutor Diego Velázquez

outubro de 2019

Agradecimentos

Enfim, mais um desafio concluído e muito a agradecer.
Que estas palavras possam expressar todo esse sentimento...

Agradeço a **Deus** por mais esta oportunidade de crescimento,
e pela sabedoria e ânimo que me transmite para enfrentar novos desafios!

À minha orientadora, Professora Ana Azul,
com quem tive o gosto e a oportunidade de trabalhar,
Sinto-me muito honrado e agradecido por Tê-la como mestre!

Ao Professor Diego Velázquez,
todo o meu respeito e um agradecimento especial
pela Sua disponibilidade, dedicação e paciência.

Ao Professor Luís Proença,
pela disponibilidade e colaboração no tratamento
estatístico dos resultados.

À minha esposa, Paula,
incansável e assim tornando possível a construção deste projeto.
Juntos vamos sonhando cada vez mais alto e percorrendo o nosso caminho!
Muito obrigado por existir na minha vida!

Ao meu filho, Miguel, meu maior presente.
Que mesmo sendo pequeno, entendeu a minha ausência
dando-me a força e a coragem para continuar.
Que Deus me dê a oportunidade de o ver crescer e alcançar os seus sonhos!

A todos os colaboradores e amigos
que tive a oportunidade de conhecer e fazer nesta Instituição,
De Vós levarei todo o acolhimento e o carinho,
deixando toda a minha gratidão!

Resumo

Introdução: O conhecimento da morfologia dos canais concorre para o êxito do tratamento endodôntico. A incapacidade de localizar um canal ou uma compreensão imprecisa dessa morfologia por meio de diagnóstico ou com base numa imagem inadequada, pode propiciar e contribuir para o insucesso do tratamento. O *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT), permite a observação tridimensional das imagens e a visualização anatômica completa. Este método, é cada vez mais utilizado em endodontia e estudos recentes indicam a sua versatilidade como a grande mais valia, atendendo a que fornece informações mais fidedignas sobre a presença/ausência de canais, além de melhorar a percepção das estruturas ósseas e sua conexão com as estruturas anatômicas circundantes. O uso do CBCT tem facilitado a identificação de um maior número de canais em comparação com os métodos convencionais.

Objetivo: Analisar e compreender o CBCT como método de detecção de canais acessórios em dentes humanos.

Materiais e Métodos: Amostra composta por 472 imagens radiográficas de dentes, adquiridas por CBCT, de 44 doentes da Clínica Dentária Egas Moniz, utilizando um Voxel de 0.3 mm, 85 kV e 6 mA com um tempo de exposição médio de 14 segundos, analisadas através do *software* GALAXIS/GALILEOS Implant.

Resultados: 26 canais acessórios foram localizados em 25 dentes. A maior prevalência foi em pré-molares: 9 dentes (36% dos canais). 20 (76%) canais acessórios, foram encontrados em dentes monoradiculares, com uma prevalência no terço apical, 57,69 % (14 dentes). As variáveis gênero e idade não demonstraram relevância.

Conclusões: Em 472 dentes, 26 canais acessórios foram localizados. A resolução do Voxel está diretamente relacionada com a maior precisão na detecção de canais acessórios. O CBCT é adequado para uso clínico desde que observadas as configurações apropriadas de acordo com a especificidade diagnóstica.

Palavras-chave: CBCT; canais acessórios, endodôntico, Voxel.

Abstract

Introduction: Knowledge of canal morphology contributes to the success of endodontic treatment. The inability to locate a canal or an inaccurate understanding of this morphology through diagnosis or based on an inadequate image can provide and contribute to treatment failure. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) enables three-dimensional image observation and complete anatomical visualization. This method is increasingly used in endodontics and recent studies indicate its versatility as the great asset, as it provides more reliable information about the presence / absence of channels, as well as improving the perception of bone structures and their connection with the surrounding anatomical structures. The use of CBCT has facilitated the identification of a larger number of channels compared to conventional methods.

Objectives: Analyze and understand CBCT as a method of detecting accessory canals in human teeth.

Methodology: Sample consisting of 472 CBCT-acquired teeth X-ray images of 44 patients from the Egas Moniz Dental Clinic using a 0.3 mm, 85 kV and 6 mA Voxel with an average exposure time of 14 seconds, analyzed using GALAXIS / GALILEOS Implant.

Results: 26 accessory channels were located on 25 teeth. The highest prevalence was in premolars: 9 teeth (36% of the canals). 20 (76%) accessory canals were found in monoradicular teeth, with a prevalence in the apical third, 57.69% (14 teeth). The gender and age variables did not show relevance.

Conclusions: In 472 teeth, 26 accessory channels were located. Voxel's resolution is directly related to the highest accuracy in detecting accessory channels. CBCT is suitable for clinical use provided that appropriate settings are observed according to diagnostic specificity.

Key words: CBCT; accessory channels, endodontic, Voxel.

Índice

Introdução	13
Objetivo	22
Materiais e métodos	23
Seleção da amostra	23
Resultados	25
Prevalência dos canais por grupo dentário	29
Prevalência dos canais acessórios na raiz	31
Relação entre gênero e presença de canais nos grupos dentários	33
Relação entre a prevalência dos canais acessórios e a faixa etária	34
Discussão	35
Conclusões	41
Bibliografia	43

Índice de Figuras

Figura 1 - Corte sagital de imagem CBCT; a seta amarela indica um canal acessório no terço apical.....	16
Figura 2 - Corte axial CBCT; a seta amarela indica um canal acessório no terço coronário.	16
Figura 3 - Imagem tridimensional capturada por CBCT.....	17
Figura 4 - Canal acessório no terço coronário detetado num dente 47, conforme aponta a seta em amarelo	27
Figura 5 - Canal acessório no terço apical detetado num dente 25, conforme aponta a seta em amarelo.	28
Figura 6 - Canal acessório no terço médio, detetado num dente 15, conforme aponta a seta em amarelo.	29
Figura 7 - Grupo dentário x número de canais (CA-canais acessórios)	30
Figura 8 - Número total de canais de acordo com sua localização no terço da raíz.....	31
Figura 9 - Número de Canais de acordo com o género e o grupo dentário.	33

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela Excel – recolha de dados	26
Tabela 2 - Distribuição de canais por grupo dentário	30
Tabela 3 - Raíz x terço radicular	32
Tabela 4 - Distribuição do número de canais acessórios por faixa etária	34

Lista de abreviaturas

CBCT- *Cone Beam Computed Tomography*

CDEM - Clínica Dentária Egas Moniz

FOV - *Field of View*

Voxel - *Volume Element*

TCFC- Tomografia Computorizada de Feixe Cónico

TC - Tomografia Computorizada

ALARA - *As Low As Reasonably Achievable*

CA - Canal acessório

AMC - Canal mesial acessório de molar

mA - Miliamperagem

Micro-CT - Tomografia micro computada

PCA1 - Presença de Canal Avaliador 1

PCA2 - Presença de Canal Avaliador 2

PCA3 - Presença de Canal Avaliador 3

PCAF - Presença de Canal Avaliação Final

R1 - Raíz avaliador 1

R2 - Raíz avaliador 2

R3 - Raíz avaliador 3

RF - Raíz avaliação Final

T1 - Terço pelo avaliador 1

T2 - Terço pelo avaliador 2

T3 - Terço pelo avaliador 3

TF - Terço avaliação Final

Introdução

O tratamento endodôntico pode prevenir a extração dentária, mantendo a função e estética do dente afetado. A arquitetura do canal radicular é complexa e os detalhes do sistema de canais devem ser considerados para que se tenha um plano adequado para o tratamento. A partir do canal principal, existem ramificações que se encaminham para várias direções, fazendo com que a morfologia do canal radicular, seja muito intrincada, tornando o tratamento endodôntico ainda mais complexo. Essas ramificações são denominadas canais acessórios, que têm origem a partir de uma falha na bainha de Hertwig, durante a formação embrionária. O sucesso real do tratamento depende, em grande parte, da remoção do tecido pulpar e do total preenchimento do ou dos canais radiculares com um material endodôntico apropriado. (Acar B., et al, 2015).

Jung I. Y., et al, 2005, relataram que se a preparação da raiz só incluir o principal canal radicular, bactérias e outros irritantes nocivos, de um istmo ou de um canal radicular acessório, podem ter acesso ao tecido periradicular através do sistema do canal radicular mal preenchido, o que afetaria negativamente os resultados do tratamento. (Al-Mahroos S. A. E., et al 2016).

O conhecimento morfológico dos canais radiculares é fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico. Os dentes anteriores são muitas vezes vistos pelos clínicos como dentes de fácil tratamento, mas a elevada prevalência de canais acessórios, istmos e bifurcações, fazem com que tratamentos incompletos necessitem de nova abordagem endodôntica. (Celikten B., et al, 2016; Pecora J. D., et al, 2013).

Devido à singularidade de cada dente, é possível uma grande variação da morfologia. Tais características dificultam a instrumentação, a limpeza e preenchimento do sistema de canais radiculares. No processo de desinfecção e instrumentação da anatomia complexa dos canais radiculares, inúmeras são as dificuldades que se podem vir a encontrar e que devem ser superadas. O escrupuloso cumprimento destas exigências é indispensável para o êxito do tratamento e a manutenção da vida útil do dente. (Wolf T., et al, 2017).

Vários métodos, tais como a avaliação por contraste e as técnicas de secção transversal, de diafanização dentária e os exames por ultrassonografia, bem como a microscopia eletrônica são comumente utilizadas para avaliar a anatomia interna dos dentes. Das várias metodologias, a utilização de contraste (corantes) e a diafanização são as eleitas para demonstrar na totalidade o sistema de canais radiculares, bem como os canais acessórios; porém, de todas as técnicas, deve optar-se idealmente por uma técnica não invasiva, precisa e com a capacidade de reprodução *in vivo*. (Ji Y., et al, 2017).

Dos métodos de imagem não invasivos que se utilizam para a observação dos canais radiculares, e para a avaliação dos resultados do tratamento endodôntico, a radiografia periapical é a de uso mais frequente. No entanto, a interpretação da imagem radiográfica pode ser influenciada por vários fatores, os quais incluem a anatomia regional e a sobreposição de dentes e de estruturas dento-alveolares adjacentes. Este tipo de imagem radiológica (2D) pode apresentar-se geometricamente distorcida, não sendo precisa na determinação das raízes e da morfologia do canal, tornando-se uma limitação uma vez que gera uma imagem 2D, de uma estrutura 3D. (Mokhtari H., et al, 2016). Essas limitações fizeram com que novos recursos, como as Tomografias Computorizadas (TC), fossem introduzidos na medicina dentária.

A TC é uma das técnicas mais empregues como padrão de imagem de referência em situações adversas tais como, as que exigem a localização e descrição dos sistemas de canais radiculares, reabsorções, lesões periapicais e fraturas, devido à sua capacidade de fornecer informações 3D. (Mao T., et al, 2014). A TC dentária, também chamada de Dentscan (Be Healthcare), foi descrita pela primeira vez em 1987 por Schwartz et al. No final da década de 90, os italianos Mozzo P., et al 1998, apresentaram um novo aparelho de tomografia, baseado na técnica do feixe em forma de cone, *Cone Beam Technique*, com o objetivo de obter imagens dentárias mais precisas e com menores doses de radiação do que as TC's convencionais; porém, ainda significativamente maiores que as radiografias tradicionais. (Garib D. G., et al, 2007; Roberts J. A., et al, 2009). Atualmente, o uso da tomografia de feixe cônico, *cone beam computed tomography* (CBCT), está cada vez mais implementado na prática clínica, pois reconhece-se a esta tecnologia a capacidade de identificar os canais radiculares perdidos.

No tratamento não cirúrgico, a abertura coronária é um passo muito importante, porque está estreitamente relacionado com a morfologia interna de cada dente, o tamanho, a forma e a localização dos canais, sendo, portanto, necessária a aplicação de métodos auxiliares, que permitam a obtenção de informação mais detalhada sobre cada dente e suas possíveis variações, permitindo assim planejar um tratamento mais orientado, calculado e adequado.

O CBCT é uma técnica de reprodução de imagem dento-maxilo-facial não invasiva que mantém a estrutura dentária intacta e viável, projetada para produzir imagens tridimensionais não distorcidas das estruturas, dos dentes e dos tecidos circundantes, expondo o objeto a múltiplos feixes em forma de cone para adquirir o volume do objeto (Patel, S., et al, 2007). De seguida são obtidos cortes seriados (Figuras 1-2), proporcionando uma melhor comparação da anatomia do canal radicular em cortes axiais, sagitais e coronais, destacando-se como um importante auxílio no tratamento endodôntico mais eficaz perante as mais variadas e complexas estruturas dos canais radiculares na heterogeneidade das populações. (Ji et al, 2017). Segundo *Paul Monsarrat*, o varrimento por feixe cónico demonstrou ser uma técnica muito mais precisa do que as radiografias convencionais, atendendo às variabilidades e interações possíveis na anatomia do canal. Os benefícios da imagem tridimensional são amplamente reconhecidos estando já implementados em algumas especialidades dentárias. (Moura-Neto C., et al, 2015).

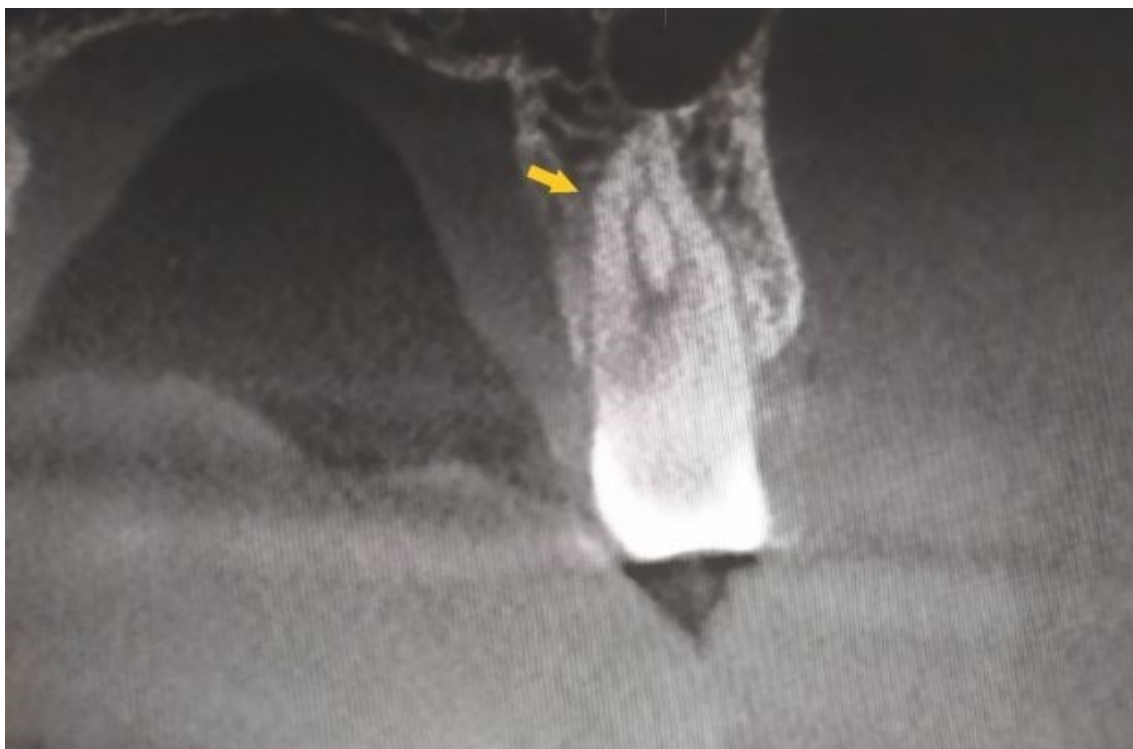


Figura 1 - Corte sagital de imagem CBCT; a seta amarela indica um canal acessório no terço apical.



Figura 2 - Corte axial CBCT; a seta amarela indica um canal acessório no terço coronário.

O CBCT é mais proficiente que as tomografias médicas tradicionais, conseguindo-se obter uma imagem extra-oral, através de um *scanner* com uma resolução quase 8 vezes superior, produzindo uma imagem em 3D do esqueleto maxilofacial (Figura 3), para além de ser menos prejudicial para a saúde considerando que usa uma dose de radiação muito menor em comparação a TC convencional (Gupta, M., et al, 2015). O CBCT captura dados num volume coletivo e os seus Voxels são isotrópicos, permitindo que os objetos possam ser medidos em diferentes direções com precisão, o que não acontece com uma TC convencional, pois seus Voxels são anisotrópicos. (Rouhani, A., et al 2014).

Os tomógrafos de feixe cónico possuem uma baixa kilovoltagem e milamperagem, fazendo com que a sua dose de radiação seja significativamente baixa, dependendo do protocolo utilizado no momento da aquisição da imagem.

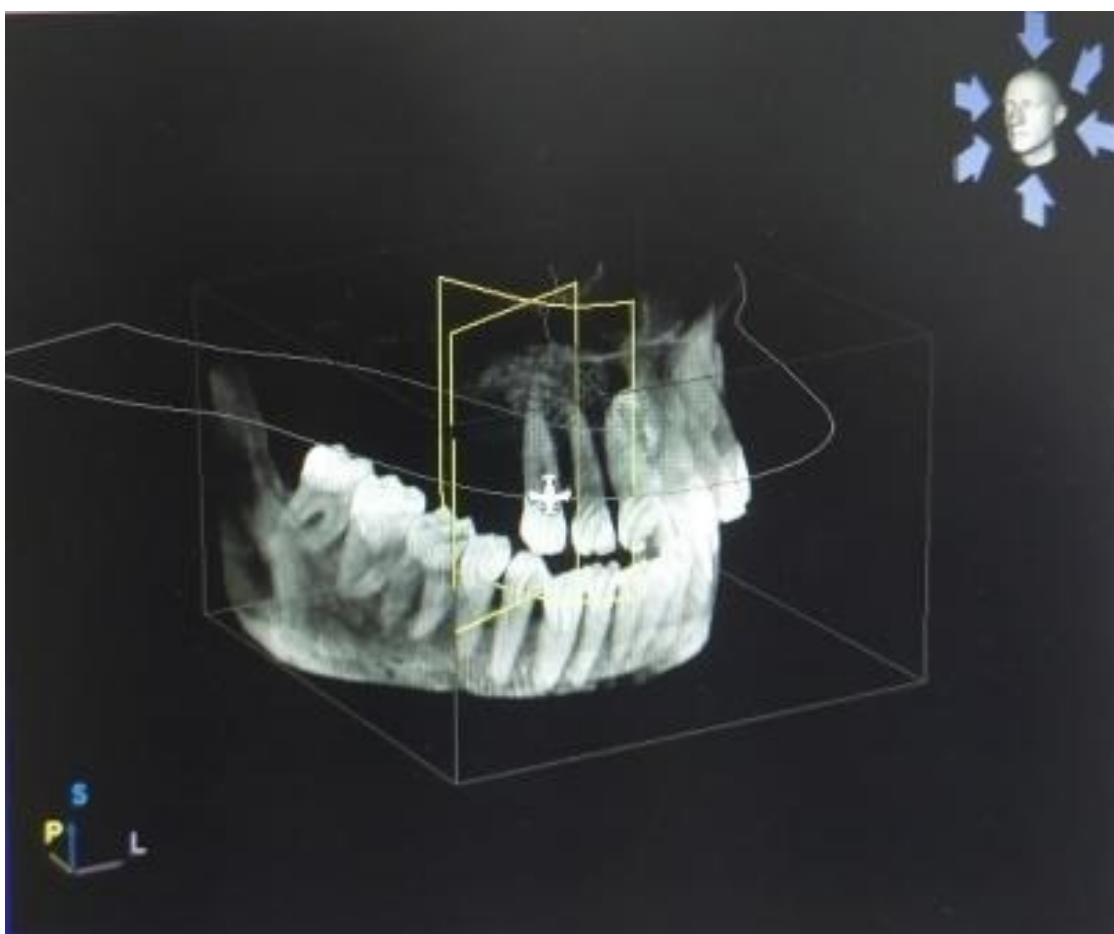


Figura 3 - Imagem tridimensional capturada por CBCT.

Os canais acessórios são estruturas que, devido às suas características, são mais facilmente visualizadas com imagens de alta definição espacial. Nos últimos anos, houve melhorias significativas no *software* e *hardware* que trouxeram a tomografia computadorizada por raios-X, ou micro-CT, um processo imagiológico baseado na captação de imagens em “fatias”, permitindo reconstruções tridimensionais sem exigir a secção das amostras, e propiciando ao observador uma avaliação do sistema radicular de forma completa (Grande N. M., et al, 2012). Os recursos do micro-CT fornecem informações mais detalhadas e precisas sobre os sistemas de canais radiculares que o CBCT, sendo considerado um *gold standard* para a visualização dessas estruturas. No entanto, *in vivo*, e para uso na prática clínica diária, o micro-CT não é ainda viável, pois envolve doses extremamente altas de radiação, incompatíveis com o organismo humano. A tecnologia micro CT, não é adequada para assistência ao paciente ficando limitada apenas para aplicações *ex vivo*; no entanto é uma poderosa ferramenta de estudo e pesquisa na área de Endodontia. (Acar B., et al, 2015; Plotino G., et al, 2006; Szabo, B. T., et al, 2012).

Num cenário *in vivo*, a tecnologia da TC de feixe cônico tem-se desenvolvido e difundindo rapidamente trazendo uma nova dimensão para o diagnóstico endodôntico, permitindo uma avaliação da anatomia do canal radicular sem a indesejada sobreposição de estruturas anatómicas. O volume tridimensional de dados é adquirido no decorrer de um único varrimento do digitalizador (*scanner*), usando um relacionamento simples e direto entre o sensor e a fonte. Existem diversos sistemas de CBCT e algumas das configurações influenciam diretamente a qualidade da imagem. Em Endodontia, deve-se procurar sempre a melhor resolução de imagem possível, a fim de melhorar as hipóteses de detetar pequenas alterações morfológicas.

As aplicações clínicas variam de acordo com a amplitude do campo de visão *Field of View* (FOV) da unidade CBCT. (Campelo A. F., et al, 2019). A escolha de um maior campo de visão FOV é um fator limitativo para a visualização do espaço do canal sendo o menor FOV disponível o preferencialmente indicado para um exame endodôntico. (Hassan B. A., et al, 2012; Kamburoğlu et al, 2013). Para além da amplitude do FOV, também o tamanho do Voxel (*Volume Element*) impacta na formação e qualidade da imagem, representando a menor unidade de volume formadora de uma imagem tomográfica, responsável pela resolução espacial da imagem. (Simões C. C., et al, 2013).

As melhores imagens de CBCT podem ser obtidas com a utilização de um pequeno campo de visão, e um menor número de Voxel, que ao concentrar a radiação numa área específica, contribui para uma melhor resolução. No entanto, um tamanho menor de Voxel está associado a um tempo de varrimento mais longo, ocasionando algumas desvantagens, como doses mais elevadas de radiação e tempo de reconstrução mais longo. (Simões C. C., et al, 2013; Adibi S., et al, 2012). Os dados obtidos são manipulados nos *softwares* de varrimento e reconstruídos, produzindo aquilo a que se chama de “volume digital” composto por Voxels tridimensionais de dados anatómicos que podem ser manipulados e visualizados com *softwares* especializados. (Mohammadi Z., 2016). (Figura 1). O *software* empregue pela Sirona Galileos 3D (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemanha), instrumento deste trabalho, exhibe os dados inicialmente como uma imagem panorâmica muito semelhante a uma radiografia dentária convencional. Esta imagem atua como um mapa a partir do qual o operador seleciona a região de interesse e, em seguida, o sagital relevante, sendo produzidos cortes coronários e axiais da área.

Relativamente à dose de radiação, esta varia de acordo com a marca do aparelho, bem como com as especificações técnicas selecionadas no momento do exame (campo de visão, tempo de exposição, miliamperagem e kilovoltagem). (Ludlow J. B., et al, 2006). A dose de radiação do CBCT tem a equivalência de 4 a 15 radiografias panorâmicas. (Scarfe W. C., et al, 2006).

Na prática dentária é inevitável a emissão de uma certa quantidade de radiação para os pacientes, no entanto esta deverá ser minimizada dentro da razoabilidade e do custo-benefício. Reduzir o tamanho do feixe o mínimo necessário para a imagem do objeto de interesse é um meio de reduzir a radiação de dispersão e melhorar a qualidade da imagem, limitando a dose de radiação aos pacientes. (Okano, T., et al, 2009). Não obstante, a dose de radiação não é suficiente para impactar negativamente no caso de pacientes grávidas, sendo insignificante a incidência no abdómen e no feto. (Holroyd, J. et al, 2009). Para o Colégio Americano de Obstetras e Ginecologistas nenhuma anomalia fetal ou aborto espontâneo estão relacionados com a exposição de radiação inferior a 5 Rads, mesmo tratando-se de uma gravidez em fase inicial. (Achtari M. D., et al., 2012; Kloetzel M., et al., 2011). No entanto, é o médico dentista quem avaliará se ainda assim será necessário o adiamento do exame com base no estado psicológico da paciente, que

poderá ser preocupante. As decisões deverão ser sempre tomadas com base na avaliação médica dos benefícios previstos para o paciente, com consentimento informado. (Holroyd J., et al, 2009).

O uso do CBCT como tecnologia útil no plano de tratamento endodôntico através da imagem 3D, aumenta o índice de sucesso dos tratamentos de canais radiculares. No entanto, a decisão de submeter o paciente à radiação deve ser bem avaliada, tendo como regra de que este será submetido apenas à dose de radiação necessária para realizar um correto diagnóstico, minimizando a exposição, e cumprindo assim princípio fundamental, As Low As Reasonably Achievable (ALARA), de que o paciente deve ser exposto à menor dose de radiação possível. (Achtari M. D., et al, 2012; Lima A. D., et al, 2014). Desde o aparecimento do CBCT têm sido observadas melhorias de *hardware* e *software* e dos protocolos elaborados a fim de reduzir a dose de radiação para o paciente, sem comprometer a qualidade de diagnóstico das imagens. (Jaju, P., et al, 2015; Al-Okshi, A., et al, 2017).

Para além da radiação, cuja quantidade atingida ainda não é a ideal, identifica-se uma outra desvantagem, embora de menor impacto, a possibilidade de formação de artefactos de imagens, aquando do uso do CBCT, relacionados ou não com o objeto, i.e., discrepâncias entre as reais condições físicas e o algoritmo utilizado para gerar a reconstrução em 3D (Wanzeler A. M. C., et al., 2016). Esses artefactos podem ser causados por fatores intrínsecos ao aparelho, por ocorrência de falhas ou imperfeições no *scanner*, ou, ainda, por fatores relacionados à obtenção das imagens. O movimento do paciente no momento da captura das imagens e/ou a presença de materiais metálicos na área examinada, como restaurações dentárias, placas ou pinos cirúrgicos e marcadores radiográficos, também podem causar esse tipo de artefacto. (Kuteken F., et al, 2017).

De referir que o elevado custo do equipamento CBCT revela-se atualmente ainda um obstáculo, não sendo economicamente viável para o uso generalizado em consultórios dentários, tendo o profissional de recorrer a centros de imagens exteriores para a realização do exame. (Correia F., et al, 2012).

O CBCT tem um grande potencial para tornar-se uma ferramenta preciosa na prática endodôntica, e, com o tempo, transformar a forma de avaliação do resultado do

tratamento endodôntico, atendendo a que fornece informações mais precisas de diagnóstico propiciando melhores resultados clínicos. Múltiplas são as aplicações do CBCT específicas que têm vindo a ser identificadas à medida que a tecnologia se torna mais prevalente.

De salientar que o objetivo deste estudo não é substituir as técnicas convencionais utilizadas, mas antes destacar para a existência de um método auxiliar fidedigno em conseguir informações adicionais de diagnóstico.

Objetivo

A proposta principal deste estudo foi analisar e compreender a tomografia computadorizada de feixe cónico como método de localização de canais acessórios nos dentes humanos.

O objetivo secundário foi identificar, com base nos dados recolhidos, a prevalência de canais acessórios quanto ao género, faixa etária, grupo dentário e localização nas raízes e nos terços.

Materiais e Métodos

Este estudo foi executado após aprovação pela Comissão de Ética da Egas Moniz.

Foram avaliadas apenas imagens tomográficas, retrospectivamente, de doentes ambulatoriais da Clínica Dentária Egas Moniz, submetidos a este tipo de exame imagiológico para diversas finalidades de diagnóstico, no primeiro trimestre de 2018. Os dados recolhidos a partir dos exames, foram utilizados exclusivamente para esta investigação.

As imagens foram obtidas através do aparelho SIRONA - ORTHOPHOS XG, e analisadas por 3 avaliadores calibrados: o estudante candidato, um avaliador estudante do 5º ano e um docente da Unidade Curricular de Medicina Dentária Conservadora – vertente Endodontia na Clínica Dentária Egas Moniz.

A fim de calibrar a avaliação, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco processos em que se realizaram exames CBCT, tendo os mesmos sido discutidos entre todos os examinadores antes do estudo. Esses casos não fizeram parte do estudo.

Seleção da amostra

As imagens, objeto deste estudo, foram obtidas utilizando um campo de visão num Voxel de 0.3 mm, 85 kV e 6 mA, com um tempo de exposição médio de 14 segundos, e analisadas através do *software* GALAXIS/GALILEOS Implant. A análise consistiu em detetar a presença ou não de canais acessórios.

A amostra foi selecionada a partir de 1232 imagens de 44 processos (indivíduos), sendo 700 imagens de dentes femininos e 532 masculinos, com idades entre os 18 e os 80 anos. Após a aplicação dos critérios de exclusão, restaram 472 imagens de dentes viáveis, 236 femininos e 236 masculinos.

Foram excluídas do estudo, as imagens com fatores que dificultavam a visualização da anatomia e/ou que pudessem gerar artefactos de imagens como lesões de cáries, restaurações, dentes endodonciados, lesões apicais, reabsorção radicular, calcificações, coroas protéticas, abrasão/erosão, aparelhos ortodônticos, ausências, artefacto protético, apinhamento e dentes inclusos.

Resultados

Este estudo avaliou a presença de canais acessórios utilizando a imagem tomográfica de feixe cônico de doentes da CDEM, devendo ser observado o facto da amostra ter sido processada num *software* para implantes, com um Voxel 0.3mm, não sendo específico para diagnósticos endodônticos. A recolha dos dados, serviu igualmente para o cruzamento entre variáveis, tais como género, faixa etária, grupo dentário, localização na raíz e no terço radicular. A prevalência nas variáveis género e idade, não demonstrou relevância.

Os dados obtidos a partir das análises tomográficas foram lançados numa folha de Excel, constando os seguintes parâmetros: género (masculino e feminino), idade, dentes, critérios de exclusão, análise dos avaliadores PCA1 (Presença de Canal Avaliador 1), PCA2 (Presença de Canal Avaliador 2), PCA3 (Presença de Canal Avaliador 3), PCAF (Presença de Canal Avaliação Final) , raíz dentária R1 (Raíz avaliador 1), R2 (Raíz avaliador 2), R3 (Raíz avaliador 3), RF (Raíz avaliação Final) e localização no terço da raíz, T1 (Terço pelo avaliador 1), T2 (Terço pelo avaliador 2), T3 (terço pelo avaliador 3) e TF (Terço avaliação Final). Foi efetuada uma análise estatística descritiva. (Tabela 1).

Posteriormente, esses dados foram segmentados em tabelas por género, faixa etária (18 - 39, 40 - 60, > 60), grupo dentário (Incisivos, caninos, pré-molares e molares), raíz dentária e localização na raíz (terço coronário, médio e apical). (Tabelas 2-5).

Foram analisadas 472 imagens de dentes, 236 masculinos e 236 femininos. 25 dentes apresentaram canais acessórios (5,3%). 26 canais acessórios foram localizados nestes 25 dentes, tendo um único dente apresentado 2 canais acessórios. Os avaliadores PCA1 e PCA2, concordaram em 24 canais (85,7%), e após análise do PCA3, chegou-se a PCAF de 26 canais.

Tabela 1 - Recolha de dados. Resultados respeitantes à presença de canal por género, idade, dente, raiz e terço da raiz. A encarnado, destaque para os processos em que houve discordância do avaliador3 (PC3), relativamente às avaliações dos avaliadores 1(PC1) e/ou2 (PC2).

PROC	GÉNERO	IDADE	DENTE	C.EXCL	PCA1	R1	T1	PCA2	R2	T2	PCA3	R3	T3	PCA F	RF	TF
57471	1	53	12	0	1	UR	2	1	UR	2	0	0	0	1	UR	2
57471	1	53	22	0	1	UR	2	1	UR	2	0	0	0	1	UR	2
57077	1	63	25	0	0	0	0	1	UR	3	2	UR	3	2	UR	3
56041	2	62	22	0	1	UR	2	1	UR	2	0	0	0	1	UR	2
56041	2	62	44	0	1	UR	1	1	UR	1	0	0	0	1	UR	1
36211	1	43	43	0	1	UR	1	1	UR	1	0	0	0	1	UR	1
36211	1	43	45	0	1	UR	1	1	UR	1				1	UR	1
57448	2	38	45	0	1	UR	2	1	UR	2	0	0	0	1	UR	2
42729	1	37	35	0	3	UR	1	1	UR	1	0	0	0	0	0	0
55977	2	57	33	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
49039	1	25	45	0	0	0	0	1	UR	2	0	0	0	0	0	0
54880	2	69	13	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
40373	2	28	37	0	1	PA	3	1	PA	3	0	0	0	1	PA	3
55955	1	44	33	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
41918	2	80	47	0	1	MV	1	1	MV	1	0	0	0	1	MV	1
55395	2	68	21	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
55395	2	68	27	0	1	MV	3	1	MV	3	0	0	0	1	MV	3
55395	2	68	43	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
57747	1	59	32	0	1	UR	1	1	UR	1	0	0	0	1	UR	1
57747	1	59	45	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
57365	2	33	16	0	1	DV	3	1	DV	3	0	0	0	1	DV	3
40474	1	24	13	0	1	UR	2	1	UR	2	0	0	0	1	UR	2
40474	1	24	43	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
4064	1	47	35	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
58217	2	38	14	0	1	PA	2	1	PA	2	0	0	0	1	PA	2
58058	2	63	42	0	0	0	0	1	UR	3	0	0	0	0	0	0
57508	2	22	15	0	1	UR	3	1	UR	3	0	0	0	1	UR	3
3669	2	69	24	0	1	PA	3	1	PA	3	0	0	0	1	PA	3

Legenda tabela 1: UR – Raiz de dente uni radicular; MV – Raiz mesio vestibular; DV – Raiz disto vestibular; PA – Raiz palatina; ML – Raiz mesio lingual; DI – Raiz distal; 1 – Terço coronário; 2 – Terço médio; 3 – Terço apical; PCA1 Presença de Canal Avaliador 1, PCA2 – Presença de Canal avaliador 2, PCA3 – Presença de Canal Avaliador 3, PCAF – Presença de Canal Avaliação Final; Raiz dentária R1 – Raiz avaliador 1, R2 – Raiz avaliador 2, R3 – Raiz avaliador 3, RF – Raiz avaliação final; T1 – Terço pelo avaliador 1, T2 – Terço pelo avaliador 2, T3 – Terço pelo Avaliador 3, TF – Terço avaliação Final.

As figuras 4 a 6 ilustram a presença de canais acessórios através de imagens de CBCT



Figura 4 - Canal acessório no terço coronário detetado num dente 47, conforme aponta a seta em amarelo

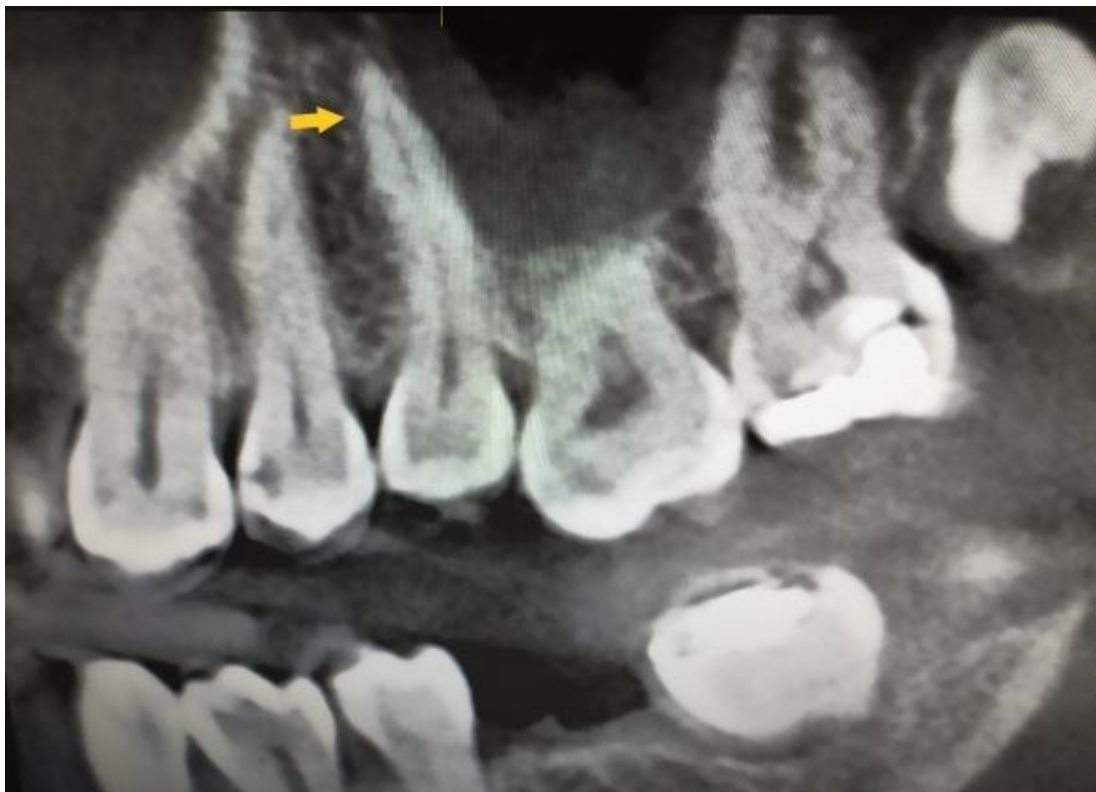


Figura 5 - Canal acessório no terço apical detetado num dente 25, conforme aponta a seta em amarelo.



Figura 6 - Canal acessório no terço médio, detetado num dente 15, conforme aponta a seta em amarelo.

Prevalência dos canais por grupo dentário

Dos 25 dentes que apresentaram canais acessórios, a maior prevalência foi em pré-molares: 5 dentes incisivos (20 % dos canais), 7 dentes caninos, (28 % dos canais), 9 dentes pré-Molares, sendo que um único pré-molar apresentou 2 canais acessórios (36% dos canais) e, 4 dentes molares. (16 % dos canais). (Tabela 2 e Figura 7)

Tabela 2 - Distribuição dos Canais Acessórios (CAs) por grupo dentário

Grupo dentário	Nº de dentes com CA	Nº de CA
INCISIVOS	5	5
CANINOS	7	7
PRÉ MOLARES	9	10
MOLARES	4	4
Total geral	25	26

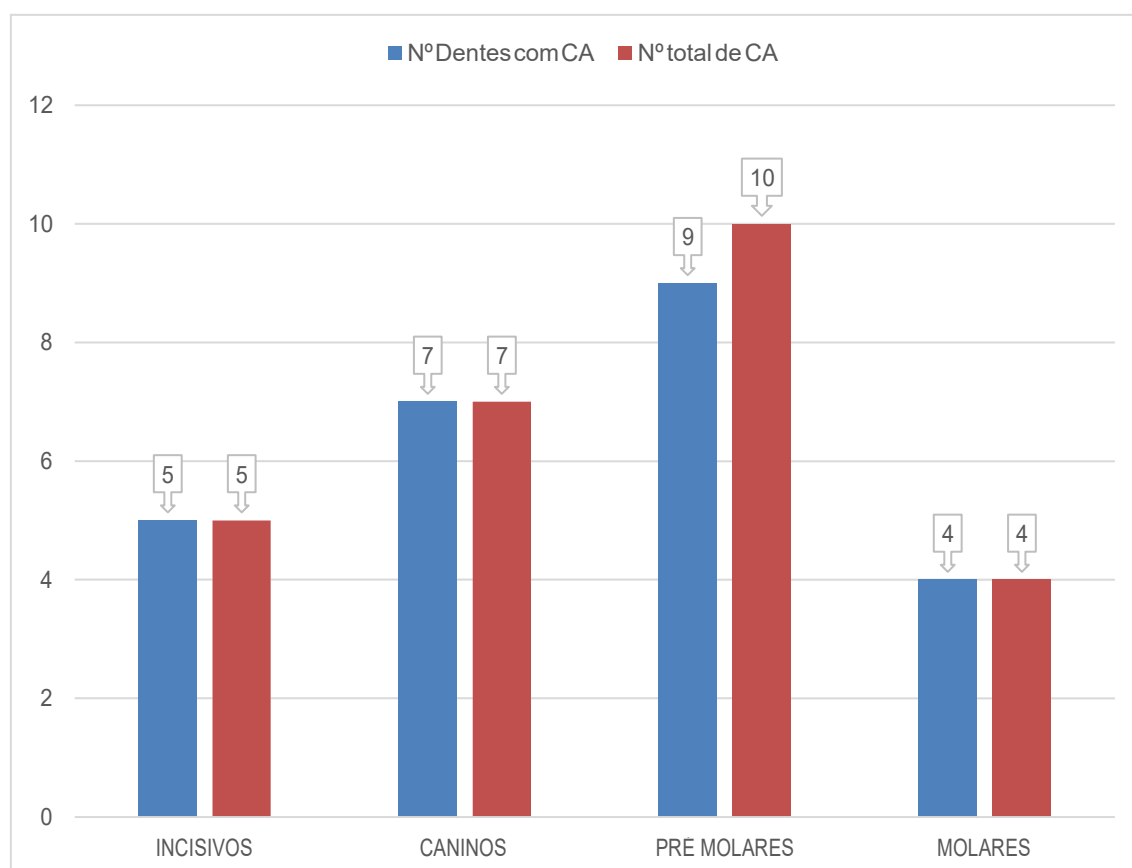


Figura 7 - Grupo dentário x número de canais (CA-canais acessórios)

Prevalência dos canais acessórios na raiz

Dos 26 canais acessórios, com relação à localização no terço da raiz, 57,69 % (14 dentes) foram encontrados no terço apical, 19,23% (5 dentes) no terço coronário e 23,07% (6 dentes) no terço médio. (Figura 8). Os números demonstram a prevalência de canais acessórios em superioridade no terço apical.

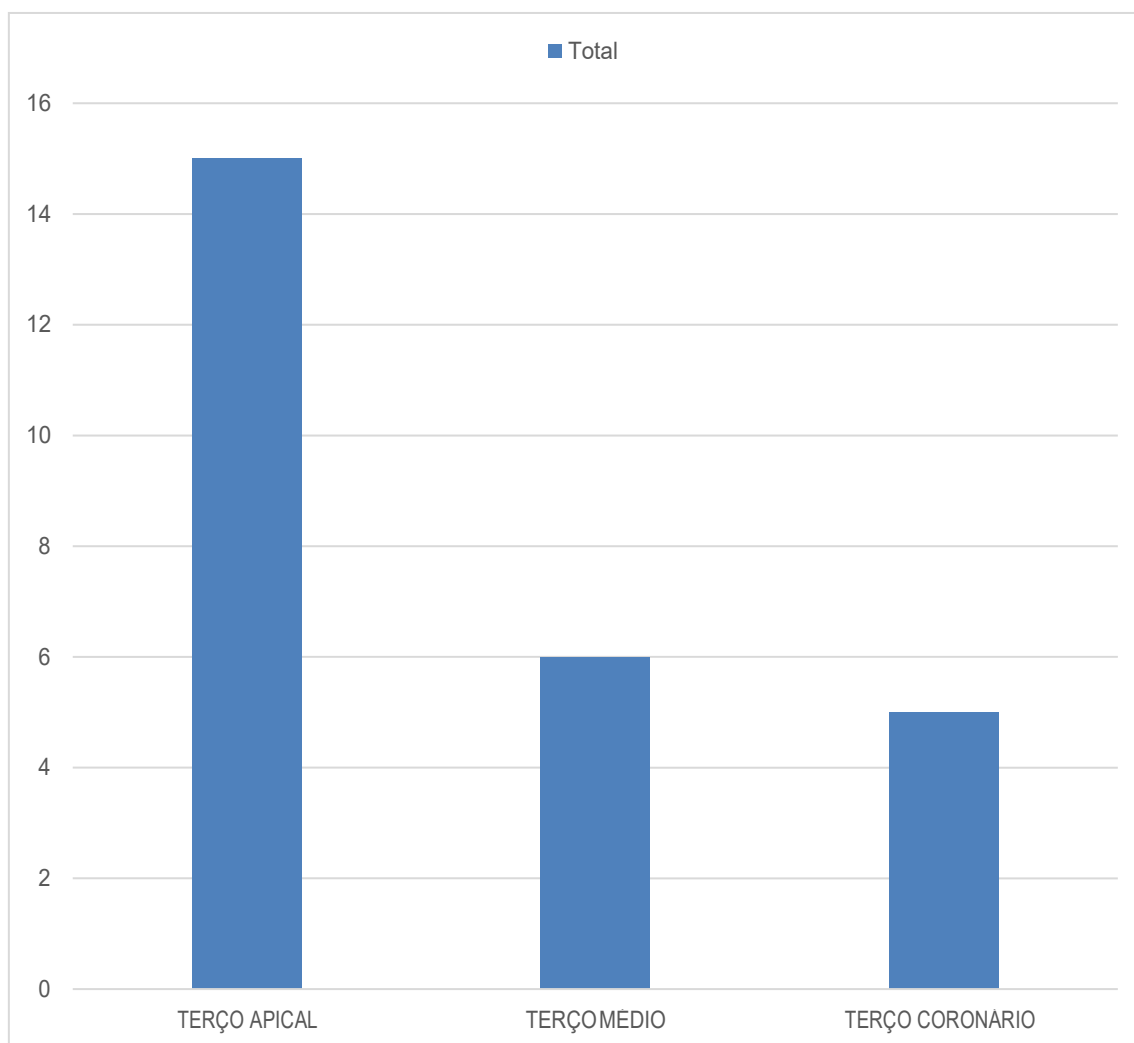


Figura 8 - Número total de canais de acordo com sua localização no terço da raiz.

Relativamente à distribuição dos 26 canais acessórios por localização na raiz, pode-se constatar que 76% (20 canais) dos canais acessórios, foram encontrados em dentes monorradiculares. (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de Canais Acessórios (CAs) de acordo com sua localização na raiz e no terço radicular

Local na raiz	Número de CAs
TERÇO APICAL	15
DISTO-VESTIBULAR	1
MESIO-VESTIBULAR	1
PALATINA	2
UNI-RADICULAR	11
TERÇO MÉDIO	6
PALATINA	1
UNI-RADICULAR	5
TERÇO CORONÁRIO	5
MESIO -VESTIBULAR	1
UNI-RADICULAR	4
Total geral	26

Relação entre género e presença de canais nos grupos dentários

A figura 9 ilustra a distribuição da prevalência da presença de canal/canais acessório(s) de acordo com o género do doente e o grupo dentário analisado.

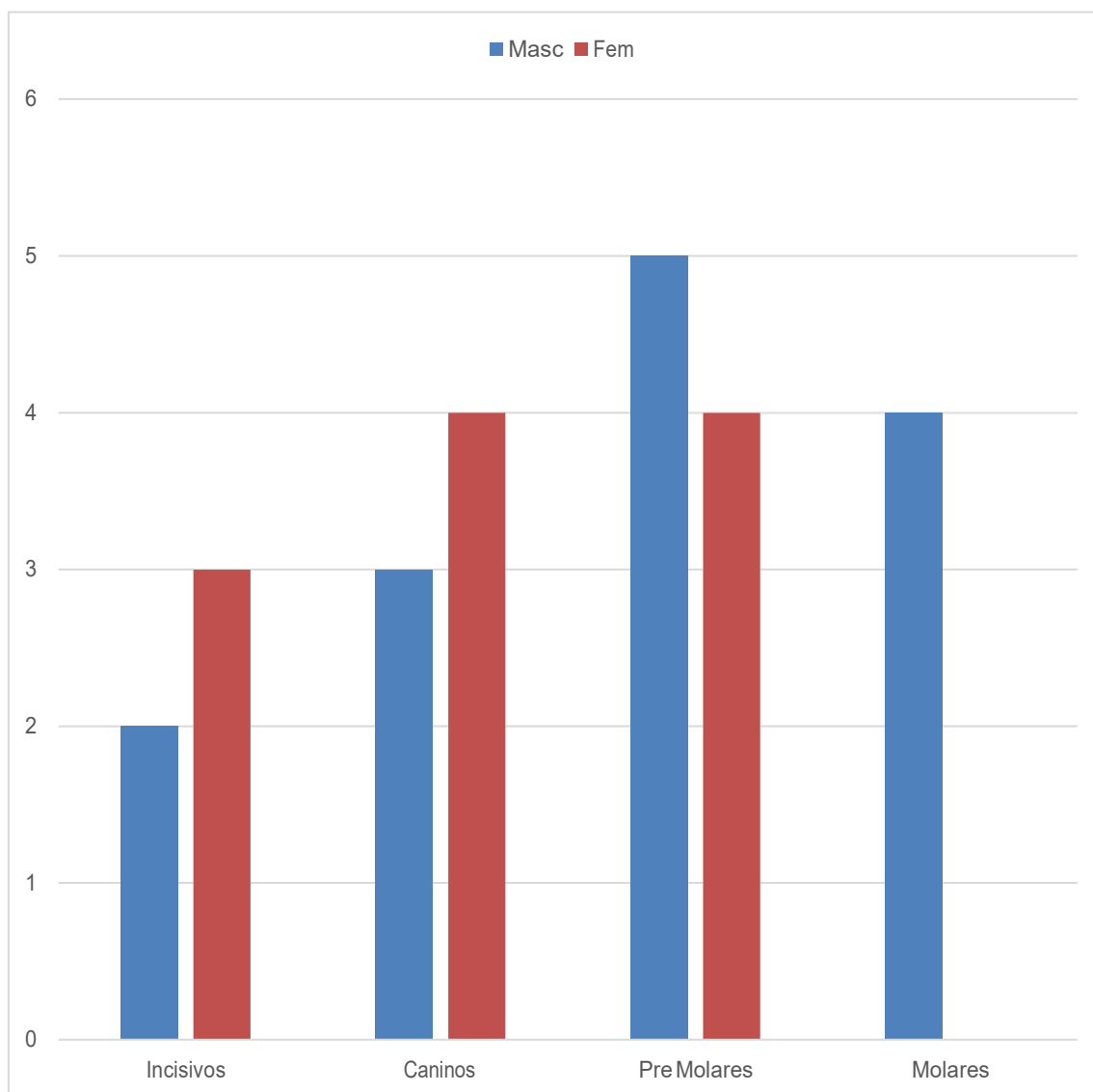


Figura 9 - Número de Canais de acordo com o género e o grupo dentário.

Relação entre a prevalência dos canais acessórios e a faixa etária

A diferença numérica entre os grupos etários variou apenas em 1 a 3 canais acessórios. (Tabela 4).

Tabela 4 –Distribuição do número de canais acessórios por faixa etária.

Faixa etária	Número de canais	Percentagem % (26 CANAIS)
18 - 39	7	27,0 %
40 - 60	9	34,6 %
>60	10	38,4%

Discussão

Considerando que a detecção dos canais acessórios é uma grande dificuldade para o diagnóstico e tratamento endodôntico, e que este diagnóstico é baseado fundamentalmente em exames imagiológicos, tem-se procurado métodos mais fiáveis e eficazes para um melhor prognóstico do tratamento endodôntico. A tecnologia CBCT está a revolucionar essa abordagem, incrementando o índice de sucesso, e aumentando significativamente a sua aplicabilidade em endodontia, atendendo à sua eficácia no auxílio do estudo da anatomia do canal radicular, na sua detecção e localização.

Apesar das radiografias convencionais serem as mais utilizadas por serem práticas, muitos inconvenientes como o tempo de exposição e a falta de informações em 3D, fazem com que áreas de interesse fiquem mascaradas pela sobreposição de imagens e interfiram na elaboração de um diagnóstico preciso (Lima A. D., et al, 2014; Estrela C., et al, 2008), podendo não revelar todas as bifurcações do canal, canais acessórios e deltas apicais.

Nattress B. R., et al, 1991, relataram que um terço das bifurcações do canal nas raízes avaliadas pela visualização de radiografias realizadas na direção bucolingual padrão não eram visíveis. Noutro estudo, Bedford J. M., *et al*, 2004, verificaram que as radiografias não eram sensíveis à detecção do número de canais radiculares presentes.

Kim S., et al, 2012, após levantamento de dados do Sistema Nacional de Saúde Sul Coreano, sobre a prevalência da tecnologia CBCT associada a procedimentos endodônticos, afirmam que esta é de facto muito útil em Endodontia, detalhando a sua eficácia nas informações do comprimento do canal e nos procedimentos de apicectomia.

Janner S. F., et al, 2001, certificaram a precisão e confiabilidade do CBCT na medição do comprimento de trabalho de 9 canais radiculares, determinando a viabilidade da técnica e demonstrando uma forte correlação quando comparada com o localizador apical eletrónico.

O presente estudo reitera a tendência que a literatura tem vindo a demonstrar nos últimos tempos, a de que a aplicabilidade do CBCT em Endodontia é de facto uma grande mais-valia para o diagnóstico mais preciso, proporcionando uma melhor observação da anatomia do canal radicular, a sua deteção e localização, fornecendo uma visão tridimensional, nítida e focada. (Reddy et al. 2008). Apesar das radiografias convencionais desempenharem o seu papel, o CBCT reproduz, de forma precisa, a morfologia interna e externa do dente, sendo muito útil para determinar as possíveis dificuldades que serão enfrentadas durante o tratamento endodôntico. (Badole G. P., et al, 2014; Lima A. D., et al, 2014).

No estudo de Da Silva Ramos L.M.P., et al, 2014, todos os dispositivos de feixe cónico mostraram maior precisão na identificação da anatomia do canal radicular único, da mesma forma que, no presente estudo, a grande maioria dos canais acessórios foi detetada em dentes monoradiculares (76% dos canais detetados).

Várias estratégias devem ser adotadas para reduzir a necessidade de um retratamento ou de uma extração dentária e, a familiarização com essas técnicas podem influir e contribuir para o sucesso do tratamento endodôntico. Uma delas é a aplicação do CBCT na avaliação em sede de pré-tratamento da morfologia do canal radicular, visto que um conhecimento mais profundo gera um diagnóstico mais adequado. Apesar do custo relativo e da diferença de dosagem, que podem dificultar o seu uso em doentes individuais, o CBCT deve ser usado como um complemento preferencial quando aparecerem irregularidades nas imagens radiográficas, dada a dificuldade dos tratamentos endodônticos com a prevalência de deltas apicais, comunicações intercanais e acessórios. (Dou L., et al, 2017).

No estudo *in vitro* realizado por De Toubes K.M.P.S., et al, em 2012, foram comparados quatro métodos de diagnóstico na localização de canais acessórios em molares inferiores, CBCT, radiografia digital (DR), inspeção clínica (IC) e microscópio operacional dentário (DOM). Houve diferenças estatisticamente significativas entre os 4 tipos de avaliação para identificação do canal mesial acessório de molar (AMC). Uma boa concordância foi observada entre o DOM e o CBCT, enquanto a DR e a IC não foram tão precisas. Doze AMC's (27,0%) foram identificados pela CBCT e 58,0% foram instrumentados. Nenhum AMC foi visualizado em nenhum DR examinado. Quinze

AMCs potenciais (34%) foram identificados pelo IC, mas apenas 47,0% foram confirmados após a instrumentação. Treze AMCs (30,0%) foram identificados pelo DOM e 84,0% puderam ser abordados e instrumentados.

Acar B., et al, 2015, compararam a precisão do micro-CT e da TCFC na detecção de canais acessórios em molares decíduos *ex vivo*. Quarenta e um, primeiros e segundos molares, foram digitalizados e as amostras processadas e examinadas sob um estereomicroscópio. A presença de canais acessórios nas imagens de micro-CT dos canais radiculares superior e mandibular mostrou uma correlação estatisticamente significativa. Não houve correlação significativa entre os achados da TCFC e as imagens estereomicroscópicas.

Observar tridimensionalmente as características morfológicas dos canais radiculares mesiobucais dos primeiros molares superiores da população japonesa, utilizando o micro-CT, foi o objetivo do estudo de Yamada M., et al em 2011. Embora não houvesse diferenças marcantes na prevalência de ramificações do canal radicular entre este estudo e relatórios anteriores, a prevalência de canais radiculares acessórios foi maior neste estudo. Esse resultado pode ser explicado pela superioridade na resolução das imagens geradas pelo micro-CT em relação aos métodos convencionais, permitindo a detecção de ramificações apicais microscópicas anteriormente difíceis de observar.

Em termos de precisão, o micro-CT apresenta a melhor resolução de imagens fornecendo informações mais detalhadas da anatomia. É a melhor tecnologia disponível no momento, podendo funcionar como um *gold-standard*, embora não seja adequada para uso clínico. As altas doses de radiação que emite, tornam impossível a sua utilização em dentes *in vivo*. Acresce ainda que, a captação da imagem é bastante demorada, o equipamento é muito dispendioso, e é necessário um elevado grau de conhecimento técnico e perícia informática para operar este sistema e com as reconstruções a 3D que reproduz. Por estas razões, o micro-CT é o método ideal para o estudo e a investigação em laboratórios. (Plotino G., et al 2006).

A literatura também relata, que a anatomia dentária interna pode sofrer variações de acordo com a natureza do grupo populacional. Considerando o efeito dessas diferenças étnicas, no tipo e número de raízes e canais, é importante introduzir uma técnica mais

precisa e com possibilidade de uso em situações clínicas. (Mokhtari H., et al, 2016). Contudo, no que refere quer à variação em função do género, quer à variação em função da idade, a grande maioria dos estudos demonstra que essa diferença não é significativa. (Ferreira F.P., 2012). O presente estudo vai de encontro à literatura, não apresentando relevância nas variáveis acima mencionadas.

Cohenca e Shemesh, em 2007, verificaram que o CBCT é uma boa alternativa para identificar canais radiculares e variações anatómicas, melhorando significativamente a capacidade do diagnóstico, tornando o plano de tratamento mais fácil e preciso.

O CBCT é uma ferramenta com potencial significativo para modificar as decisões tomadas pelo clínico em casos endodônticos, e este é um ponto chave na eficácia do processo terapêutico, quando um método de diagnóstico causa uma mudança nos planos de tratamento. Num estudo realizado por Mota de Almeida F.J., et al em 2014, foi demonstrada a influência do uso do CBCT no diagnóstico e na terapêutica, tendo sido estabelecidos um diagnóstico e uma terapêutica um antes e outro depois da realização do exame de CBCT, em 57 doentes. Em 25 doentes (45% dos casos) o CBCT ajudou a diferenciar a patologia da anatomia normal dos doentes e o plano de tratamento. Alterações no plano terapêutico foram feitas em 28 pacientes (53% dos casos) após análise das imagens obtidas pelo CBCT. O estudo demonstra o impacto que tem o CBCT na eficácia da decisão terapêutica em Endodontia.

Uma questão importante diz respeito às configurações do aparelho, mais explicitamente o campo de visão, FOV, e número de Voxel. É o tamanho do Voxel, num protocolo de CBCT, que irá determinar o tempo de exposição do paciente à radiação. De acordo com Vizzotto M. B., et al, 2013, os protocolos de CBCT utilizando um tamanho de Voxel de 0.2 a 0.3 mm possuem um bom desempenho no diagnóstico com exposição à radiação reduzida.

Estudos prévios focaram o impacto que a variação dos diferentes tamanhos de Voxel têm na precisão da avaliação da morfologia dos canais radiculares: quanto menor o Voxel, maior a deteção de canais. Mathern R. P., et al, 2008 no seu estudo para identificar sistemas de canais radiculares, usaram Voxel de 0.4mm como *gold standard* e constataram que este valor não é apropriado para este tipo de diagnóstico. Investigações

centradas nos canais de molares maxilares, com tamanhos de Voxel de 0.4, 0.3, 0.2 e 0.125 mm foram utilizados, com a taxa de detecção aumentando de 60,1% a 0.4 mm e 93,3% a 0.125 mm. Foram observadas diferenças significativas mediante a utilização dos diferentes tamanhos (Eshak M., et al., 2014; Ji Y., et al., 2017).

Silveira P.M.D., et al, 2012, no seu estudo *in vitro*, avaliaram a influência de resoluções de Voxel 0.2 e 0.3 mm nas imagens de TCFC para o diagnóstico de canais acessórios, em dentes mono e multirradiculares. Foi possível detetar uma diminuição de aproximadamente 20% no número de canais acessórios observados, nas análises das imagens de Voxel 0.3 mm comparadas às de Voxel 0.2 mm. A maior detecção de canais acessórios por meio da visualização das imagens com Voxel 0.2 mm sugere este protocolo como o mais indicado para investigações com esse fim. Conforme já mencionado, neste estudo a amostra foi adquirida com um Voxel 0.3 mm, este facto, pode ter correlação com a obtenção do resultado abaixo do esperado, quanto menor o Voxel, maior a detecção de canais.

Quanto menor o Voxel na obtenção da imagem e mais longo o tempo de varrimento, melhores serão a resolução e os detalhes. No entanto, um tamanho menor de Voxel está associado a um tempo de varrimento mais longo, conduzindo a algumas desvantagens, como doses mais elevadas de radiação e tempo de reconstrução mais longo (Torres, M. G. G., et al, 2010), aumentando a exposição do paciente à radiação. Reduzir o tamanho do Voxel, sem elevar a miliamperagem, poderia ser uma vantagem.

O CBCT é mais fiável do que os métodos radiográficos convencionais na identificação do sistema de canais radiculares, sendo utilizado *in vivo* para diagnóstico e avaliação, antes do tratamento e, em termos de fiabilidade, é comparável à técnica de coloração e limpeza. Essa tecnologia é capaz de nos fornecer informações sobre deltas apicais e canais extras, através de uma imagem tridimensional da anatomia do canal radicular (Ghamari M., et al, 2017), podendo realmente vir a tornar-se numa grande evolução na qualidade da imagem dentoalveolar à medida que se for reduzindo a sua carga de radiação e assim equiparando aos níveis dos exames radiográficos de boca completa e panorâmicos. (Kiarudi A. H., et al, 2015; Ludlow J. B., et al, 2006).

Não há dúvida que evoluções futuras da tecnologia CBCT, resultarão em sistemas de diagnóstico mais favoráveis e doses mais baixas de radiação (Tyndall D.A., 2008).

Aqueles que considerarem comprar um dispositivo de feixe cônico devem comparar FOV, dose efetiva de radiação e demais configurações, como miliamperagem. Embora haja muitos fatores positivos no uso do CBCT, ainda assim o seu uso deve ser considerado apenas quando as técnicas radiográficas convencionais não forem suficientes para o correto diagnóstico (Fayad M. I., et al, 2015). Com a sua implementação a aumentar na prática clínica, torna-se necessário encontrar um consenso e trazer uniformidade na dosimetria do CBCT. (Rehani M. M., et al, 2015). As imagens de radiodiagnóstico devem fornecer o máximo de informações a fim de permitir que o profissional tome decisões com um grau de certeza dentro da razoabilidade, propiciando a mínima dose de radiação aceitável para o paciente.

Os estudos evidenciaram que num cenário *in vivo*, o CBCT demonstra alta capacidade de localização e detecção dos canais acessórios. Como exame complementar, a introdução da técnica do feixe cônico é muito promissora, visto que o seu uso de forma conveniente e responsável, permite gerar alterações na decisão terapêutica endodôntica capazes de conduzir a uma mudança mais ativa e preventiva na abordagem do diagnóstico, facilitando assim a abordagem clínica, e permitindo ao profissional antever as falhas e o insucesso no tratamento. No entanto, e não obstante da diminuição das doses de radiação, ainda é um fator de preocupação o seu uso em larga escala, fazendo com que a utilização das técnicas radiográficas usuais sejam as mais utilizadas deixando o uso do CBCT restrito a casos em que as dificuldades possam exigir a sua aplicação, ou quando esta permitir modificar o diagnóstico e o plano de tratamento.

Se os avanços na tecnologia CBCT, que incluïrem a diminuição na carga de radiação, vierem acompanhados de uma redução nos custos, possivelmente este método passará a ser utilizado na mesma escala em que se utilizam hoje os exames radiológicos, tornando-se um importante apoio na formação do diagnóstico seguro, com grande potencial na prática endodôntica contemporânea.

Conclusões

Em 472 dentes, 26 canais acessórios foram localizados. 25 dentes (5,3%) apresentaram canais acessórios. A resolução do Voxel está diretamente relacionada com uma maior precisão na detecção de canais acessórios. Um Voxel 0.2 mm é sugerido como o mais indicado para investigações com esse fim.

A maior prevalência foi em pré-molares: 9 dentes (36% dos canais), sendo que um único pré-molar apresentou 2 canais acessórios.

20 (76%) canais acessórios, foram encontrados em dentes monoradiculares, sendo esta a forma de apresentação mais comum. Com relação à localização no terço da raiz, observou-se uma maior prevalência de canais acessórios no terço apical em 14 dentes (57,69 %).

A prevalência nas variáveis género e idade, não apresentou relevância. Não houve variação nos parâmetros referentes à presença de canais acessórios consoante a faixa etária e género.

Num cenário *in vivo*, o CBCT é indicado para uso clínico. Demonstra boa capacidade de localização e detecção dos canais acessórios, desde que presentes as configurações adequadas de acordo com a especificidade do diagnóstico.

Bibliografia

Acar, B., Kamburoğlu, K., Tatar, İ., Arıkan, V., Çelik, H. H., Yüksel, S., & Özen, T. (2015). Comparison of micro-computerized tomography and cone-beam computerized tomography in the detection of accessory canals in primary molars. *Imaging Science in Dentistry*, 45(4), 205-211.

Achtari, M. D., Georgakopoulou, E. A., & Afentoulide, N. (2012). Dental care throughout pregnancy: what a dentist must know. *Oral Health Dental Management*, 11(4), 169-176.

Adibi, S., Zhang, W., Servos, T., & O'Neill, P. N. (2012). Cone beam computed tomography in dentistry: what dental educators and learners should know. *Journal of Dental Education*, 76(11), 1437-1442

Al-Mahroos, S. A. E., Al-Sharif, A. A., & Ahmad, I. A. (2016). Mandibular premolars with unusual root canal configuration: A report of two cases. *Saudi Endodontic Journal*, 6(2), 87.

Al-Okshi, A., Theodorakou, C., & Lindh, C. (2017). Dose optimization for assessment of periodontal structures in cone beam CT examinations. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(3), 20160311.

Badole, G. P., Warhadpande, M. M., Shenoi, P. R., Lachure, C., & Badole, S. G. (2014). A rare root canal configuration of bilateral maxillary first molar with 7 root canals diagnosed using cone-beam computed tomographic scanning: a case report. *Journal of Endodontics*, 40(2), 296-301.

Bedford, J. M., Martin, D. M., & Youngson, C. C. (2004). Assessment of a contrast medium as an adjunct to endodontic radiography. *International Endodontic Journal*, 37(12), 806-813.

Campello, A. F., Marceliano-Alves, M. F., Siqueira Jr, J. F., Marques, F. V., Guedes, F. R., Lopes, R. T., ... & Alves, F. R. (2019). Determination of the Initial Apical Canal Diameter by the First File to Bindor Cone-beam Computed Tomographic Measurements Using Micro-Computed Tomography as the Gold Standard: An Ex Vivo Study in Human Cadavers. *Journal of Endodontics*, 45(5), 619-622.

Celikten, B., Tufenkci, P., Aksoy, U., Kalender, A., Kermeoglu, F., Dabaj, P., & Orhan, K. (2016). Cone beam CT evaluation of mandibular molar root canal morphology in a Turkish Cypriot population. *Clinical Oral Investigations*, 20(8), 2221-2226.

Correia, F., & Salgado, A. (2012). Tomografia computadorizada de feixe cônico e a sua aplicação em Medicina Dentária. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 47-52

da Silva Ramos, L. M. P., Rice, D., Ordinola-Zapata, R., Capellozza, A. L. A., Bramante, C. M., Jaramillo, D., & Christensen, H. (2014). Detection of Various Anatomic Patterns of Root Canals in Mandibular Incisors Using Digital Periapical Radiography, 3 Cone-beam Computed Tomographic Scanners, and Micro-Computed Tomographic Imaging. *Journal of Endodontics*, 40(1), 42-45.

de Toubes, K. M. P. S., de Souza Côrtes, M. I., de Abreu Valadares, M. A., Fonseca, L. C., Nunes, E., & Silveira, F. F. (2012). Comparative analysis of accessory mesial canal identification in mandibular first molars by using four different diagnostic methods. *Journal of Endodontics*, 38(4), 436-441.

Dou, L., Li, D., Xu, T., Tang, Y., & Yang, D. (2017). Root anatomy and canal morphology of mandibular first premolars in a Chinese population. *Scientific Reports*, 7(1), 750.

- Eshak, M., Brooks, S., Abdel-Wahed, N., & Edwards, P. C. (2014). Cone beam CT evaluation of the presence of anatomic accessory canals in the jaws. *Dentomaxillofacial Radiology*, 43(4), 20130259.
- Estrela, C., Bueno, M. R., Sousa-Neto, M. D., & Pécora, J. D. (2008). Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Brazilian Dental Journal*, 19(2), 114-118.
- Fayad, M. I., Nair, M., Levin, M. D., Benavides, E., Rubinstein, R. A., Barghan, S., ... & Ruprecht, A. (2015). AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 120(4), 508-512.
- Ferreira, F. P. (2012). Estudo da anatomia dental por meio da tomografia computadorizada de feixe-cônico de indivíduos residentes em São Paulo (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Ghamari, M., Mollashahi, N. F., Salarpour, M., Mousavi, E., Kazemian, K., Moudi, E., & Arab, S. (2017). Evaluation of the relationship between crown size and root canal morphology of mandibular incisors by cone beam computed tomography (CBCT). *Electronic Physician*, 9(8), 5001.
- Garib, D. G., Raymundo Jr, R., Raymundo, M. V., Raymundo, D. V., & Ferreira, S. N. (2007). Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 12(2), 139-56.
- GRANDE, Nicola M. et al. Present and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, v. 48, p. 26-34, 2012.

Gupta, M., Mishra, P., Srivastava, R., & Jyoti, B. (2015). Cone beam computed tomography: A new vision in dentistry. *Digital Medicine*, 1(1), 7.

Hassan, B. A., Payam, J., Juyanda, B., Van der Stelt, P., & Wesselink, P. R. (2012). Influence of scan setting selections on root canal visibility with cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(8), 645-648.

Holroyd, J. R., & Gulson, A. D. (2009). The radiation protection implications of the use of cone beam computed tomography (CBCT) in dentistry—what you need to know. *Health Protection Agency, Leeds, UK*

Jaju, P. P., & Jaju, S. P. (2015). Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Science in Dentistry*, 45(4), 263-265.

Janner, S. F., Jeger, F. B., Lussi, A., & Bornstein, M. M. (2011). Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standard measurement techniques. *Journal of Endodontics*, 37(8), 1046-1051.

Ji, Y., Wen, S., Liu, S., Zhu, M., Yao, M., Wang, T., & Lin, Z. (2017). Could cone-beam computed tomography demonstrate the laterals accessory canals? *BMC Oral Health*, 17(1),

Jung, I. Y., Seo, M. A., Fouad, A. F., Spångberg, L. S., Lee, S. J., Kim, H. J., & Kum, K. Y. (2005). Apical anatomy in mesial and mesiobuccal roots of permanent first molars. *Journal of Endodontics*, 31(5), 364-368.

Kamburoğlu, K., Önder, B., Murat, S., Avsever, H., Yüksel, S., & Paksoy, C. S. (2013). Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. *Dentomaxillofacial Radiology*, 42(4), 20120261.

- Kiarudi, A. H., Eghbal, M. J., Safi, Y., Aghdasi, M. M., &Fazlyab, M. (2015). The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: a review of literature. *Iranian Endodontic Journal*, 10(1), 16.
- Kim, S. (2012). Endodontic application of cone-beam computed tomography in South Korea. *Journal of Endodontics*, 38(2), 153-157.
- Kloetzel, M. K., Huebner, C. E., &Milgrom, P. (2011). Referrals for dental care during pregnancy. *The Journal of Midwifery & Women's Health*, 56(2), 110-117.
- Kuteken, F., Penha, N., Simões, A. C., & Goisman, S. (2017). Artefato metálico em tomografia computadorizada de feixe cônico. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 27(3), 220-228.
- Lima, A. D. (2014). Aplicações endodônticas da tomografia computadorizada cone-beam. *Brazilian Journal of Surgery Clinical Research*, 6(3), 30-39.
- Ludlow, J. B., Davies-Ludlow, L. E., Brooks, S. L., & Howerton, W. B. (2006). Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(4), 219-226.
- Mao, T., & Neelakantan, P. (2014). Three-dimensional imagingmodalities in endodontics. *Imaging Science in Dentistry*, 44(3), 177-183.
- Matherne, R. P., Angelopoulos, C., Kulild, J. C., & Tira, D. (2008). Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *Journal of Endodontics*, 34(1), 87-89.
- Mohammadi, Z., Asgary, S., Shalavi, S., & Abbott, P. V. (2016). A clinical update on the different methods to decrease the occurrence of missed root canals. *Iranian Endodontic Journal*, 11(3), 208.

- Mokhtari, H., Niknami, M., Zonouzi, H. R. M., Sohrabi, A., Ghasemi, N., & Golzar, A. A. (2016). Accuracy of cone-beam computed tomography in determining the root canal morphology of mandibular first molars. *Iranian Endodontic Journal*, 11(2), 101.
- Monsarrat, P., Arcaute, B., Peters, O. A., Maury, E., Telmon, N., Georgelin-Gurgel, M., & Maret, D. (2016). Interrelationships in the variability of root canal anatomy among the permanent teeth: a full-mouth approach by cone-beam CT. *PLoSOne*, 11(10), e0165329
- Mota de Almeida, F. J., Knutsson, K., & Flygare, L. (2014). The effect of cone beam CT (CBCT) on therapeutic decision-making in endodontics. *Dentomaxillofacial Radiology*, 43(4), 20130137.
- Moura-Netto, C., Palo, R. M., Pinto, L. F., Mello-Moura, A. C. V., Daltoe, G., & Wilhelmsen, N. S. W. (2015). CT study of the performance of reciprocating and oscillatory motions in flattened root canal areas. *Brazilian Oral Research*, 29(1), 01-06.
- Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Martini, P. T., & Andreis, I. B. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, 8(9), 1558-1564.
- Nattress, B. R., & Martin, D. M. (1991). Predictability of radiographic diagnosis of variations in root canal anatomy in mandibular incisor and premolar teeth. *International Endodontic Journal*, 24(2), 58-62.
- Okano, T., & Sur, J. (2010). Radiation dose and protection in dentistry. *Japanese Dental Science Review*, 46(2), 112-121.
- Patel, S., Dawood, A., Ford, T. P., & Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*, 40(10), 818-830.

- Pecora, J. D., Estrela, C., Bueno, M. R., Porto, O. C., Alencar, A. H. G., Sousa-Neto, M. D., & Estrela, C. R. D. A. (2013). Detection of root canal isthmuses in molars by map-reading dynamic using CBCT images. *Brazilian Dental Journal*, 24(6), 569-574
- Plotino, G., Grande, N. M., Pecci, R., Bedini, R., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2006). Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. *Dentistry*, 57, 58.
- Reddy, Y. P., Karpagavinayagam, K., & Subbarao, C. V. (2008). Management of dens invaginatus diagnosed by spiral computed tomography: a case report. *Journal of Endodontics*, 34(9), 1138-1142.
- Rehani, M. M. (2015). Radiological protection in computed tomography and cone beam computed tomography. *Annals of the ICRP*, 44(1_suppl), 229-235.
- Roberts, J. A., Drage, N. A., Davies, J., & Thomas, D. W. (2009). Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *The British Journal of Radiology*, 82(973), 35-40.
- Rouhani, A., Bagherpour, A., Akbari, M., Azizi, M., Nejat, A., & Naghavi, N. (2014). Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary first and second molars in Iranian population: a morphological study. *Iranian Endodontic Journal*, 9(3), 190.
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.
- Scarfe, W. C., Farman, A. G., & Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*, 72(1), 75
- Shemesh, H., & Cohenca, N. (2015). Clinical applications of cone beam computed tomography in endodontics: a comprehensive review. *Quintessence International*, 46, 657-668.

Silveira, P. F. D., Fontana, M. P., Arus, N. A., Liedke, G. S., Vizzotto, M. B., Dutra, L. R. B., ... & Silveira, H. E. D. D. (2012). Influence of Voxel resolution in the detection of accessory canals in mono and polirradicular teeth by cone beam computed tomography. *Revista da Faculdade de Odontologia - UPF*, 17(2), 162-166.

Simões, C. C., & Campos, P. S. F. (2013). Influência do tamanho do Voxel na qualidade de imagem tomográfica: revisão de literatura. *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF*, 18(3).

Szabo, B. T., Pataky, L., Mikusi, R., Fejerdy, P., & Dobo-Nagy, C. (2012). Comparative evaluation of cone-beam CT equipment with micro-CT in the visualization of root canal system. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, 48, 49-52.

Torres, M. G. G., Campos, P. S. F., Segundo, N. P. N., Ribeiro, M., Navarro, M., & Crusoé-Rebello, I. (2010). Avaliação de doses referenciais obtidas com exames de tomografia computadorizada de feixe cônico adquiridos com diferentes tamanhos de Voxel. *Dental Press Journal of Orthodontics*.

Tyndall, D. A., & Rathore, S. (2008). Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 825-841.

Wanzeler, A. M. V., Barra, S. G., Alves, N. C. R., & Guedes, F. R. Aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares. *Revista da Faculdade de Odontologia de Lins*, 26(1), 19-28.

Wolf, T. G., Paqué, F., Woop, A. C., Willershausen, B., & Briseño-Marroquín, B. (2017). Root canal morphology and configuration of 123 maxillary second molars by means of micro-CT. *International Journal of Oral Science*, 9(1), 33.

Yamada, M., Ide, Y., Matsunaga, S., Kato, H., & Nakagawa, K. I. (2011). Three-dimensional analysis of mesiobuccal root canal of Japanese maxillary first molar using Micro-CT. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 52(2), 77-84.

